

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 44 29 535 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁸:
H 04 B 1/04
H 03 G 3/20
H 03 F 3/189
H 03 F 3/20

②1 Aktenzeichen: P 44 29 535.9
②2 Anmeldetag: 19. 8. 94
④3 Offenlegungstag: 22. 2. 96

DE 44 29 535 A 1

⑦1 Anmelder:
Rohde & Schwarz GmbH & Co KG, 81671 München,
DE

⑦4 Vertreter:
Graf, W., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 81667 München

⑦2 Erfinder:
Köhler, Hendrik, Dipl.-Ing., 85399 Hallbergmoos, DE;
Rewitzer, Herbert, Dipl.-Ing., 80689 München, DE;
Greiner, Günter, Dr., 81669 München, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Senderendstufe, insbesondere für Einseitenbandsignale

⑤7 Bei einer Senderendstufe, bei der in einem Leistungsverstärker nur die Phaseninformation eines modulierten Sendesignals verstärkt wird und durch Vergleich des Ausgangssignals dieses Leistungsverstärkers mit der momentanen Amplitude des zu verstärkenden Sendesignals ein Regelsignal zum Regeln der Versorgungsspannung des Leistungsverstärkers erzeugt wird und dadurch die Leistung des Leistungsverstärkers so geregelt wird, daß das verstärkte Ausgangssignal den Amplitudenverlauf des modulierten Sendesignals aufweist, werden in einem Signalprozessor die Phasen- und Amplituden-Bestandteile des zu verstärkenden Signals als getrennte Digitalsignale erzeugt und der digitale Amplituden-Bestandteil wird mit dem digitalisierten Amplitudenwert des Ausgangssignals verglichen, wobei das digitale Vergleichssignal durch einen Digital/Analog-Wandler in das analoge Regelsignal zum Regeln der Versorgungsspannung umgesetzt wird.

DE 44 29 535 A 1

Die Erfindung betrifft eine Senderendstufe zum Verstärken von modulierten Sendesignalen, deren Phase und Amplitude in einer besonderen Beziehung zueinander stehen, beispielsweise für Einseitenbandsignale.

Senderendstufen dieser Art sollen sowohl bezüglich Linearität als auch bezüglich Wirkungsgrad optimal sein. Mit konventionellen Verstärkern sind diese beiden Forderungen jedoch nicht gleichzeitig befriedigend zu erfüllen. Verstärker in A- oder B-Betrieb weisen zwar gute Linearitätseigenschaften auf, ihr Wirkungsgrad ist jedoch nicht optimal. Sogenannte Schaltverstärker im D-, E- oder S-Betrieb können zwar mit hohem Wirkungsgrad betrieben werden, ihre Linearitätseigenschaften sind jedoch nicht optimal.

Eine Lösung dieses Problems zeigt die Senderendstufe nach Fig. 1. In einer Signalaufbereitungseinrichtung (Modulator) wird das Signal (Basisbandinformation) zu einem Analogsignal mit geringer Leistung aufbereitet, dessen Phase und Amplitude in einer bestimmten Beziehung zueinander stehen, in dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist dies ein Einseitenband-Signal (SSB-Signal). Dieses Signal S1 wird in einem Begrenzer 2 in seiner Amplitude begrenzt, so daß ein Signal S2 konstanter Amplitude entsteht, das nur noch die Phaseninformation des modulierten Trägers enthält, nicht mehr jedoch die Amplitudeninformation. Dieses Signal S2 wird in einem Leistungsverstärker 3 mit hohem Wirkungsgrad, beispielsweise einem sogenannten Schaltverstärker im D-Betrieb, zu einem Signal S3 verstärkt. Über einen Richtkoppler 4 wird ein Teil der Leistung dieses verstärkten Ausgangssignals S3 ausgekoppelt, mit einem Gleichrichter 6 die Hüllkurve bestimmt und diese einem Amplitudenkomparator 8 zugeführt, in welchem die momentane Amplitude des Signals S3 mit der momentanen Amplitude des Signals S1, die aus dem Signal S1 mit einem Gleichrichter 7 bestimmt wird, verglichen wird. Die sich aus diesem Vergleich ergebende Stellgröße, die proportional zur Abweichung der jeweiligen Amplitudenwerte von S1 und S3 ist, wird zum Verstellen der Versorgungsspannung des Schaltverstärkers 3 und damit zu dessen Leistungsregelung benutzt. Die Leistung des Verstärkers 3 wird also so geregelt, daß der Amplitudenverlauf des der Antenne 5 zugeführten Ausgangssignals S3 wieder dem des ursprünglichen Modulations-signales S1 entspricht.

Dieser Regelvorgang kann zwar sehr schnell erfolgen, wegen der Signallaufzeiten im Regelkreis ist jedoch keine Regelzeitkonstante Null erreichbar. Dadurch wird die Beziehung zwischen der Phasen- und Amplitudeninformation des zu verstärkenden Signals S1 zeitlich verändert und verfälscht, der auf die Momentanamplitude bezogene Phasenfehler bedeutet eine Verschlechterung des Sendesignalspektrums.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Senderendstufe dieser Art zu schaffen, bei der diese Nachteile vermieden sind und bei der mit einfachen Mitteln auch modulierte Signale, deren Phase und Amplitude in einer besonderen Beziehung zueinander stehend beispielsweise Einseitenbandsignale, ohne Verfälschung mit hohem Wirkungsgrad verstärkt werden können.

Diese Aufgabe wird ausgehend von einer Senderendstufe laut Oberbegriff des Hauptanspruches durch dessen kennzeichnende Merkmale gelöst. Eine vorteilhafte Weiterbildung ergibt sich aus dem Unteranspruch.

Durch die erfindungsgemäße digitale Aufbereitung des Modulationssignales können dessen Amplituden-

und Phaseninformation auf einfache Weise in einem entsprechenden Signalprozessor breitbandig voneinander getrennt erzeugt werden, so daß diese unabhängig voneinander zur Verfügung stehen. Dabei kann auf einfache Weise die Laufzeit im Regelkreis berücksichtigt werden, so daß das Ausgangssignal S3 exakt die ursprüngliche Beziehung zwischen Phase und Amplitude des zu verstärkenden Eingangssignales besitzt. Damit werden beispielsweise bei einer Einseitenbandmodulation Verschlechterungen des Sendesignalspektrums vermieden. Die einmal durch Rechnung oder Messung bestimmte Laufzeit des Regelkreises, die durch die jeweilige Regelschaltung und die dabei verwendeten Bauteile festgelegt ist, kann als Festwert in einem Speicher des Signalprozessors abgespeichert sein und so auf einfache Weise bei der Erzeugung des dem Eingang des Verstärkers zugeführten und die reine Phaseninformation enthaltenden Signalanteils berücksichtigt werden, was in Analogtechnik nur mit unwirtschaftlich hohem technischen Aufwand breitbandig möglich wäre.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Fig. 2 an einem Ausführungsbeispiel für eine Einseitenband-Senderendstufe näher beschrieben.

Bei der Senderendstufe nach Fig. 2 wird abweichend von der analogen Signalaufbereitungstechnik nach Fig. 1 die als Einseitenbandsignal zu übertragende Basisbandinformation in einem A/D-Wandler 10 digitalisiert und einem Signalprozessor 11 zugeführt. In diesem Signalprozessor 11 wird durch ein entsprechendes Programm, beispielsweise durch geeignete Transformationen, wie sie in dem Buch von Jondral, Funksignalanalyse, Teubner-Verlag Stuttgart, 1991, Seite 30, beschrieben sind, das digitale Einseitenband-Signal erzeugt, das dann im Prozessor in die digitale Amplitudeninformation SA1 und die digitale Phaseninformation SP1 aufgeteilt wird. Der digitale Phaseninformations-Bestandteil SP1 des Prozessors steuert unmittelbar den Eingang des Schaltverstärkers 3, dieser wird durch das Digitalsignal SP1 also ein- und ausgeschaltet. Der Amplitudenverlauf des Ausgangssignales S3 wird wieder über einen Richtkoppler 4 und einen Hüllkurvengleichrichter 6 als Analogsignal S5 erzeugt und in einem A/D-Wandler 13 in ein entsprechendes Digitalsignal S5' umgesetzt, das dann im Prozessor 11 mit dem dort erzeugten reinen Amplitudeninformations-Bestandteil SA1 verglichen wird. Das durch diesen Vergleich von Soll- und Ist-Wert des Amplitudenverlaufs im Signalprozessor 11 gewonnene digitale Vergleichssignal S4' wird in einem D/A-Wandler 12 in ein entsprechendes Analogsignal S4 umgesetzt, mit dem wieder die Versorgungsspannung des Leistungsverstärkers 3 entsprechend geregelt wird. Bei der Ausgabe des Phaseninformations-Bestandteiles SP1 wird die schaltungs- und bauteilbedingte Laufzeit des Regelkreises des Schaltverstärkers 3 entsprechend berücksichtigt, der Korrekturwert ist beispielsweise in einem Speicher des Signalprozessors 11 abgespeichert.

Trotz der in Fig. 2 beschriebenen Schaltung zum Amplitudenvergleich kann es bei sehr breitbandigen Konzepten durch Intermodulation zu In- und Außenbands-törprodukten kommen. Diese Störprodukte können durch die in Fig. 3 beschriebene Erweiterung der Schaltung beseitigt werden.

Dazu wird ein Teil des Ausgangssignals S3 mittels des Richtkopplers 4 einem Mischer 14 zugeführt. In diesem wird das Ausgangssignal S3 mit dem Signal S6, der Trägerfrequenzinformation, umgesetzt. Das resultierende Signal, das dem Basisbandsignal entspricht, wird wahlweise zur Detektion der Inbandstörprodukte dem

Tiefpaß 15, zur Detektion der Außerbandstörprodukte dem Hochpaß 16 zugeführt. Nach dem Tiefpaß 15 entspricht das Signal S7 dem Basisbandsignal, nach dem Hochpaß 16 müßte das Signal S7 verschwinden. Im A/D-Wandler 17 wird das Signal S7 digitalisiert und dem Signalprozessor 11 zugeführt. Dieser vergleicht es bezüglich Inbandstörprodukten mit dem Basisbandsignal, bezüglich der Außerbandstörprodukte werden diese direkt analysiert.

Die Abweichungen von den Sollwerten werden in eine Regelgröße umgewandelt, mit der die Beziehung zwischen Phasen- und Amplitudenmodulation so geändert wird, daß diese Störungen verschwinden.

Patentansprüche

1. Senderendstufe, bei der in einem Leistungsverstärker (3) nur die Phaseninformation eines modulierten Sendesignals verstärkt wird und durch Vergleich des Ausgangssignales (S3) dieses Leistungsverstärkers (3) mit der momentanen Amplitude des zu verstärkenden Sendesignals ein Regelsignal (S4) zum Regeln der Versorgungsspannung des Leistungsverstärkers (3) erzeugt wird und dadurch die Leistung des Leistungsverstärkers (3) so geregelt wird, daß das verstärkte Ausgangssignal den Amplitudenverlauf des modulierten Sendesignals aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einem Signalprozessor (11) die Phasen- und Amplituden-Bestandteile des zu verstärkenden Signals als getrennte Digitalsignale (SP1, SA1) erzeugt werden und der digitale Amplituden-Bestandteil (SA1) mit dem digitalisierten Amplitudenwert des Ausgangssignales (S3) verglichen wird, wobei das digitale Vergleichssignale (S4') durch einen Digital/Analog-Wandler (12) in das analoge Regelsignal (S4) zum Regeln der Versorgungsspannung umgesetzt wird.
2. Senderendstufe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Erzeugung der digitalen Phasen- und Amplituden-Bestandteile (SP1, SA1) im Signalprozessor die schaltungs- und bauteilbedingte Laufzeit des Regelkreises entsprechend berücksichtigt wird.
3. Senderendstufe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Erzeugung der digitalen Phasen- und Amplituden-Bestandteile (SP1, SA1) im Signalprozessor (11) die aus dem Ausgangssignal (S3) abgeleiteten Inband- und/oder Außerband-Störprodukte entsprechend berücksichtigt werden.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

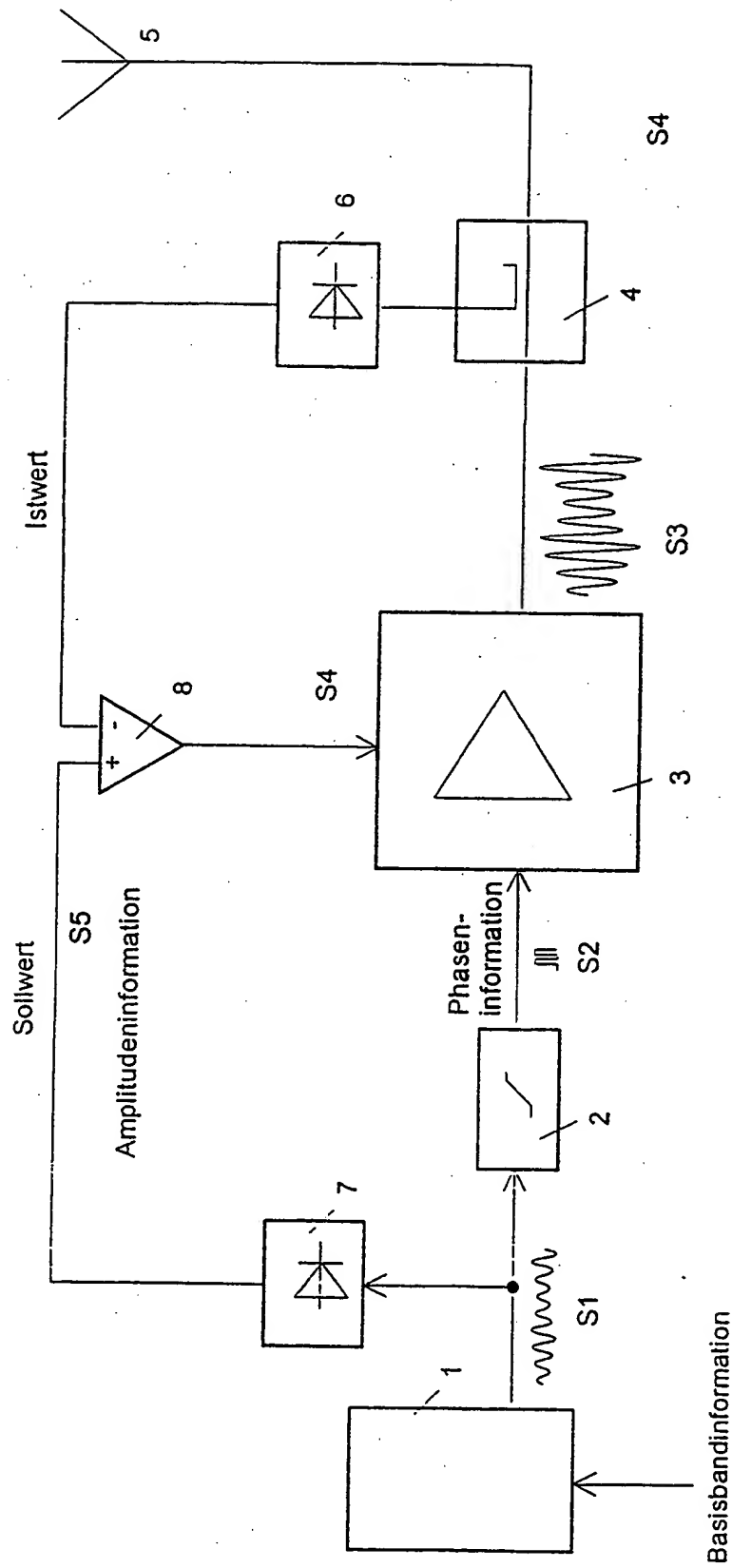


Fig. 1

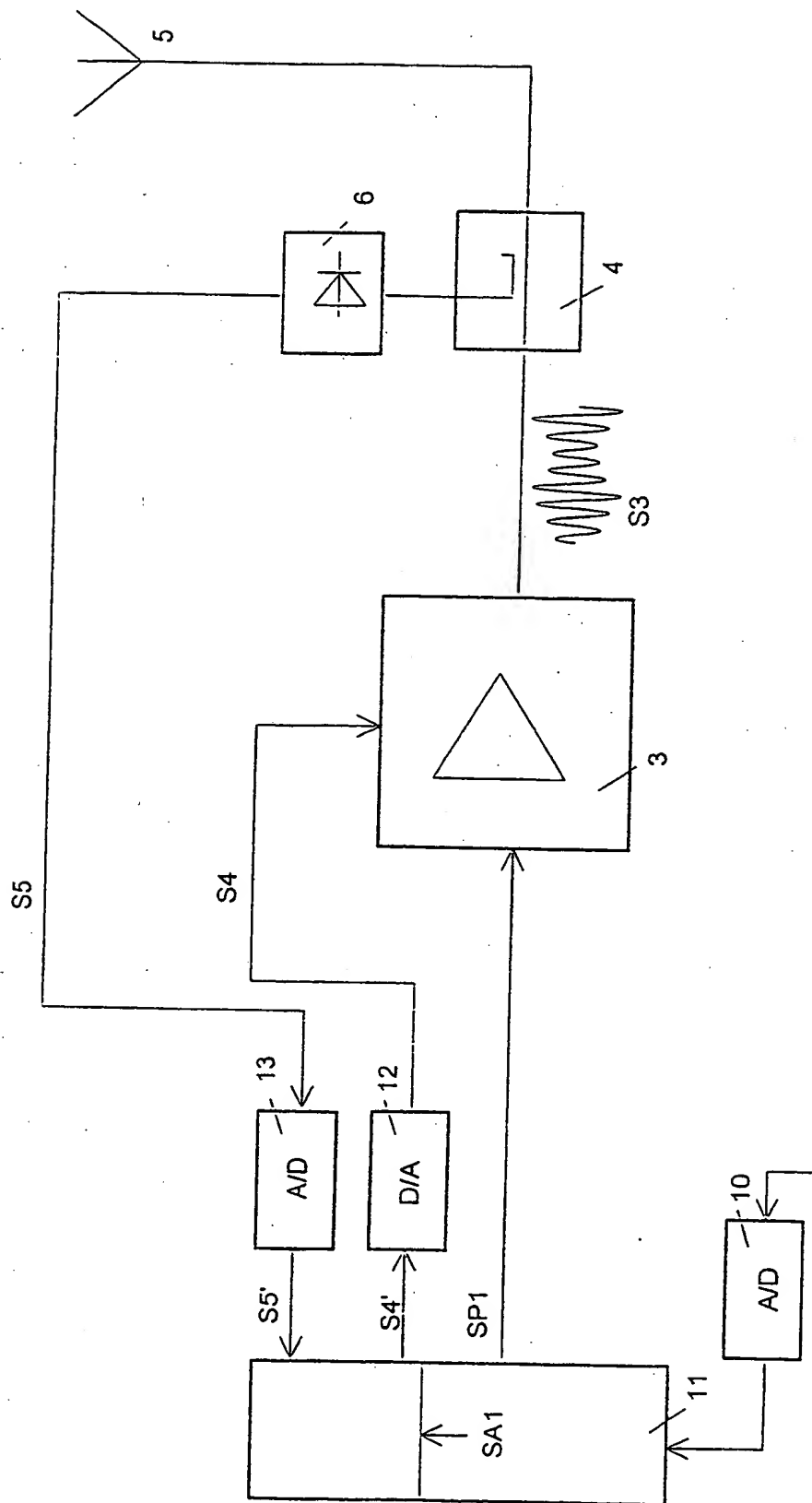


Fig. 2 Basisbandinformation

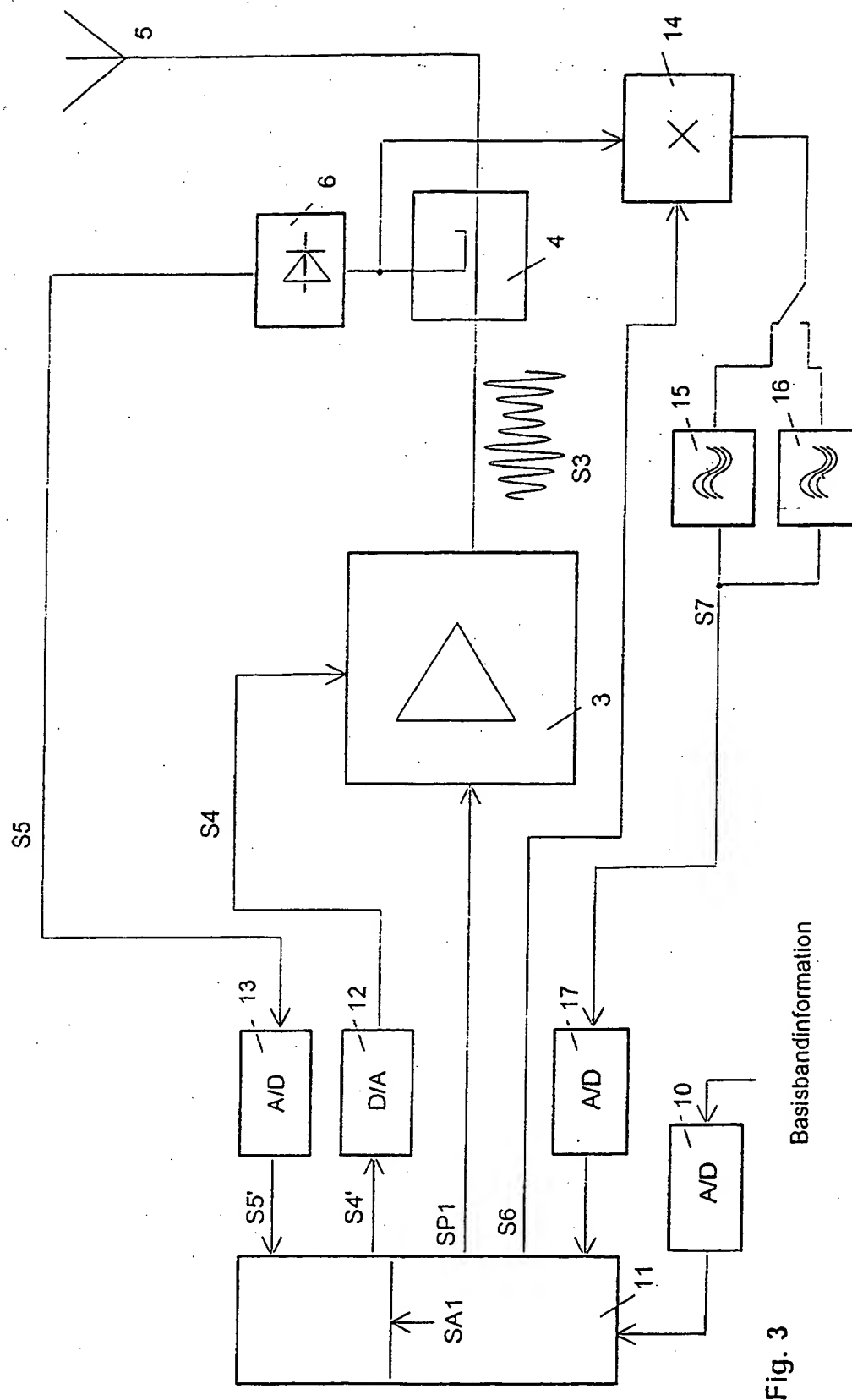


Fig. 3

Basisbandinformation



Application No: GB 9723473.6
Claims searched: 1-10

Examiner: D. Midgley
Date of search: 21 January 1998

Patents Act 1977
Search Report under Section 17

Databases searched:

UK Patent Office collections, including GB, EP, WO & US patent specifications, in:

UK Cl (Ed.P): H3W WUL

Int Cl (Ed.6): H03F 1/32 H04L 27/36

Other: ONLINE:WPI

Documents considered to be relevant:

Category	Identity of document and relevant passage	Relevant to claims
X	EP 0377519 A2 (NEC) See, for example, page 6, line 48-page 7, line 10.	1-4
X	US 4700151 (NEC) See description of figure 8.	"
X	US 4291277 (HARRIS) whole doc.	"

X Document indicating lack of novelty or inventive step
Y Document indicating lack of inventive step if combined with one or more other documents of same category.

& Member of the same patent family

A Document indicating technological background and/or state of the art.
P Document published on or after the declared priority date but before the filing date of this invention.
E Patent document published on or after, but with priority date earlier than, the filing date of this application.